CENTRAAL INSTITUUT VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK

Gestencilde Mededelingen
jaargang 1950
No. 3.

WATERTOEVOER AAN GRASLAND

door

Ir M.L. 't Hart en Drs G.F. Makkink

I Watertoevoerproeven op grasland
II De rentabiliteit van de watertoevoer
III Het berekenen van een sproeiinstallatie

Inleiding

Na de tweede wereldoorlog is de belangstelling voor watertoevoer aan grasland zeer sterk toegenomen. Voor deze oorlog was deze alleen van betekenis in enkele infiltratiegebieden meest op zeezand en op enkele vloeivelden, waaraan afvalwater werd toegevoerd. De oppervlakte geinfiltreerd grasland ligt waarschijnlijk tussen de 15000 en 20000 ha; de vloeivelden beslaan in totaal niet meer dan enkele honderden hectaren. Bevloeiing met sloot- of rivierwater kwam voor 1940 practisch niet voor, afgezien van de vrij ongeregelde overstromingen door rivieren en beken in de winter. Besproeien werd omstreeks 1930 beproefd, maar vond geen ingang, omdat het niet rendabel werd geacht bij de toenmalige prijzen.

Zoals reeds gezegd, nam de belangstelling voor dit onderwerp na de tweede wereldoorlog sterk toe onder invloed van de verschijnselen in enkele verdrogingsgebieden, welke door publieke werken waren ontstaan (Twente-Rijn-kanaal, randgebied Noord - Oostpolder), van de droge jaren 1947 en 1949 en van hogere zuivelprijzen. Het sproeien was in 1940 reeds weer in beproeving genomen, maar na de oorlog begon vooral de infiltratie door molgangen en drainbuizen belangstelling te trekken, terwijl ook bevloeiing toepassing vond. Ruw genomen werd in 1949 behalve in de oude infiltratiegebieden en de Noord-Oostpolder in een viertal gebieden infiltratie en/of bevloeiing beproefd met goede resultaten, terwijl op een drietal plaatsen besproeiing werd toegepast; de behandelde oppervlakten kunnen voor de drie methoden misschien globaal op 2000, 200 en 40 ha worden geschat. Dit is dus de toename buiten de oude gebieden. Voor 1950 staan watertoevoerproeven in vele gebieden op het programma van de Landbouwvoorlichtingsdienst en de onderzoekingsinstanties.

In verband hiermede leek het ons gewenst enkele punten te behandelen, welke hierbij van belang zijn. In de eerste plaats interesseert ons waar men de laatste jaren met deze problemen bezig geweest is en wat de resultaten hiervan waren; daarna komen enkele beschouwingen betreffende de rentabiliteitsberekening De laatste tijd komen vele vragen binnen over het aanleggen van sproeiinstallaties; daarom wordt tevens een uiteenzetting gegeven betreffende de berekening van de benodigde capaciteit en dergelijke.

I. Watertoevoerproeven op grasland

Infiltratie van zandgrasland

In de Noord-Oostpolder zette Kalisvaart het Wieringermeeronderzoek voort, waarbij in het algemeen de vroegere ervaring werd bevestigd, namelijk dat op humus-arme zandgronden de grasgroei sterk bevorderd wordt door een hoge waterstand tot 40 cm onder het maaiveld in de zomer. Ook werden belangrijke gegevens verzameld betreffende de meest gewenste greppel- of drainafstand.

In het verdrogingsgebied bij het Twente-Rijn kanaal werd door de Landbouwvoorlichtingsdienst, het Landbouwproefstation te Groningen en het CILO een uitgebreide infiltratieproef uitgevoerd, waarbij ook zeer duidelijk de betekenis van hoge waterstanden in de zomer naar voren kwam. Ook in het oude infiltratiegebied in Zuid-Holland werd de infiltratie verder uitgebreid en verbeterd.

Infiltratie van veengrasland

De verdroging van de veengraslanden langs de Noord-Oostpolder was aanleiding om hier infiltratie te gaan proberen.

De Jonge boekte zowel met molinfiltratie als met buizeninfiltratie onverwacht grote successen. Mede naar aanleiding hiervan werd het ook bij de indrogende veengronden in Zuid-Holland en Utrecht geprobeerd en van der Woerdt verkreeg ook hier in verschillende gevallen belangrijke opbrenstverbeteringen. Tevens kwamen hier ook verschillende vragen naar voren betreffende de meest gewenste waterstand, de tijd van aanvang en beeindiging van de infiltratie, de afstand en de diepte der molgangen en drainbuizen. Langs de Noord-Oostpolder was het onderzoek echter in 1948 reeds zover gevorderd, dat men in 1949 op grote schaal tot infiltratie kon overgaan.

Het onderzoek wees verder uit, dat de doorlatendheid van vele veengronden veel groter was dan men vroeger aannam. De veranderingen in de grond en het grasgewas door de gewijzigde waterhuishouding vormen echter onderwerpen, welke nog nader bestudeerd moeten worden. Ook de practische uitvoering brengt in vele gevallen nog grote problemen mee.

Infiltratie van kleigrasland

De ervaringen van de Noordhollandse zeezandpolders wezen uit dat de infiltratie veel minder goed verliep, waar de grond maar klei bevatte, doordat de doorlatendheid daar geringer was. In het algemeen werd 10 % klei als het maximum beschouwd. Ald gevolg hiervan werd infiltratie van onze kleigraslanden als onmogelijk beschouwd, omdat de watergangen daarbij te dicht bij elkaar zouden moeten liggen om het water overal te doen doordringen. Door het gebruik maken van molgangen werd de mogelijkheid om gangen dicht bij elkaar te maken veel groter. In 1940 begon Hartman een proef in de Beemster (welke berucht is om zijn gevoeligheid voor droogte) en het resultaat bleek boven verwachting gunstig, terwijl het in het geheel niet nodig was om de molgangen zeer dicht bij elkaar te leggen. De doorlatendheid van de droge gescheurde grond bleek vele malen groter dan die van de natte grond en de opbrengst werd in de droge zomer en nazomer van 1949 verveelvoudigd. Ook hier komen nog vele vragen naar voren betreffende de tijd en hoogte van de infiltratie en de veranderingen in de doorlatendheid van de grond. Men kan ook hier de resultaten van de eerste proef niet zonder meer geldig verklaren voor andere gevallen. De resultaten zijn echter zodanig bemoedigend, dat in 1950 op vele plaatsen proeven zullen worden genomen.

Onderwaterzetten

Naast de infiltratie is ook het onderwaterzetten in de belangstelling gekomen. In vele gevallen is het terrein hiervoor zonder grote kosten geschikt te maken, waarna de uitvoering in loonwerk door iemand met een pomp kan worden verricht. Het onderwaterzetten heeft echter ook bezwaren, waarvan vooral het gevaar van dichtslibben van de grond moet worden genoemd. In het rivierkleigebied zijn echter vele hectaren aldus bevloeid in 1949 met als gevolg een sterke toeneming van de grasgroei. Ook in Noord-Holland en langs de Noord-Oostpolder is bevloeiing toegepast.

Hiernaast wordt reeds jarenlang bevloeiing toegepast met afvalwater van sommige aardappelmeelfabrieken en zuivelfabrieken en met rioolwater e.d. Hier speelt vooral ook de bemestingswaarde van het vloeiwater een grote rol.

Bevloeiing in de eigenlijke zin, waarbij men het water over het land laat vloeien en door greppels voert, dus langs vooraf voorgestelde routes, wordt op grasland tot dusver weinig toegepast. Hieraan is uiteraard nogal wat grondwerk verbonden, terwijl het maaien door greppels en keringen in sterke mate belemmerd wordt.

Besproeien

In Duitsland heeft men het eerst op grote schaal besproeiing van bouwland toegepast. In Nederland hebben wij vooral belangstelling voor het besproeien van grasland, omdat dat in ons klimaat de grootste watertekorten heeft. Het CILO is speciaal op de kleigraslanden proeven gaan nemen, omdat wij veel sterk aan droogte lijdende graslanden hebben, waarbij water in de sloten aanwezig is, maar infiltratie zeer moeilijk of onmogelijk werd geacht. Bij de onderzoekingen van het laatste jaar is echter zeker een gedeelte van onze kleigraslanden geschikt gebleken voor infiltratie. Wij hebben ook vele zandgraslanden met onvoldoende watervoorziening, maar daar is gewoonlijk in droogteperioden ook geen water in de sloten. Het oppompen van water uit de ondergrond werd in het algemeen als te duur beschouwd, hoewel dit waarschijnlijk met onze huidige kennis van de rendementen ook opnieuw moet worden bezien. In Kennemerland wordt het reeds vrij algemeen toegepast in de Tuinbouw.

De eerste sproeiproeven van het CILO wezen duidelijk uit, dat ook het gevaar bestaat van teveel sproeien. Door het gebruik maken van de tensiometer wist Makkink echter dit gevaar te omzeilen en het rendement van het water te verhogen. In Friesland is onder leiding van Van der Molen nu reeds twee jaar op practijkschaal gesproeid in combinatie met een grasdrogerij. Onder leiding van het CILO is op een boerderij in Utrecht drie jaar gesproeid op practijkschaal, terwijl in 1949 het grasland op het proefbedrijf van de C.S.M. te Elst geregeld werd besproeid. Met belangstelling worden de nadere gegevens betreffende de kosten en de rendementen afgewacht, omdat de rentabiliteit van het sproeien nog steeds een open vraag is. De kosten van aanschaffing en exploitatie zijn namelijk hoog. In het algemeen zal sproeien dan ook alleen in aanmerking komen, als de omstandigheden voor infiltratie zeer ongunstig zijn.

II. DE RENTABILITEIT VAN DE WATERTOEVOER

De rentabiliteit van maatregelen ter verhoging van de graslandproductie is in vele gevallen moeilijk te benaderen en de resultaten van verschillende beschouwingen kunnen dan ook zeer sterk uiteenlopen. Bij de maatregelen ter verbetering van de watertoevoer is deze berekening toch zeer noodzakelijk, omdat in vele gevallen belangrijke kapitaalsinvesteringen nodig zijn voor het aanschaffen van pompen, sproeiinstallaties, het leggen van infiltratiebuizen, schotten om het water op te stuwen en dergelijke. Wij moeten ons dus een idee trachten te vormen over de te verkrijgen opbrengstverhogingen en over de waarde daarvan. De opbrengstverhogingen blijken zeer aanzienlijk te kunnen zijn en zijn natuurlijk sterk afhankelijk van de weersomstandigheden en van de gevoeligheid van de percelen voor droogte.

Makkink vermeldt b.v. voor de jaren 1941 t/m 1946 opbrengstverhogingen van -0.1 tot 3.1 ton droge stof per ha per jaar op kleigrond. In 1947 was het effect in totaal zelfs 4.2 ton, terwijl aangenomen mag worden, dat deze opbrengstvermeerdering nog groter zal zijn, wanneer vroeger met sproeien wordt begonnen dan in de proeven het geval was. Ook De Jonge en Van der Woerdt vonden op veengrond verschillen, die in deze orde van grootte liggen, terwijl de effecten op zandgrond nog aanmerkelijk groter kunnen zijn. Toch geven deze cijfers nog onvoldoende aan, welke betekenis deze opbrengstverhogingen hebben, omdat ze juist optreden in perioden met zeer slechte groei. Hartman vond b.v. in Augustus 1949 dat de opbrengst na 4 weken groeien op het geinfiltreerde gedeelte ongeveer 10 maal zo hoog was als op het niet geinfiltreerde. Wat dit betekent voor een goede regelmatige melkproductie, is een

ieder, die onze veehouderij kent duidelijk. De opvoering van de melkproductie wordt sterk geremd door deze perioden van slechte grasgroei.

De rentabiliteit van watervoorzieningsmaatregelen moet men beschouwen over een reeks van jaren en de zeer uiteenlopende opbrengstverhoging dooreen nemen. Men komt er dan toe deze verhoging op te vatten als opbrengstdervingen, die dank zij het water konden worden opgeheven. Doordat men de groeifactor water in de hand heeft, is men in staat de opbrengst te stabiliseren op het niveau van een goed grasjaar.

Nemen wij aan, dat op een behoorlijk productief land de marge tussen de opbrengsten in een zeer droog en in een vochtig jaar 5 ton droge stof bedraagt, dan mag men op grond van de regenval in een reeks van 20 jaren de opbrengstverhoging aan droge stof schematisch als volgt begroten: 4 droge jaren met 5 ton , 6 jaren met practisch geen en 10 jaren met 2 ton droge stof meer. Dit betekent gemiddeld een watereffect van 2 ton droge stof per ha. Dit is dus 40 % van de marge tussen de opbrengsten van droge en natte jaren. Vermoedelijk zal dit percentage ook wel voor percelen met een andere productieniveau of voor percelen met geringere droogtegevoeligheid bij benadering gelden.

Bij de eigenlijke rentabiliteitsberekeningen onderscheiden wij twee uitersten (a en b).

a. We nemen aan, dat de hoeveelheid extra gras geheel gebruikt wordt als productievoer, dus dient om een hogere melkproductie te geven bij gelijkblijvende veestapel. Dit geldt misschien bij extreme droogteperioden zoals in 1947 en bij onvoldoende mogelijkheid om ander ruwvoer aan het vee te verstrekken. De waarde per kg zetmeelwaarde kan men dan vergelijken met die van eiwitrijk krachtvoer. Het lijkt niet juist om van de extra hoeveelheid geproduceerd eiwit uit te gaan, omdat de extra hoeveelheid gras gewoonlijk een zeer nauwe eiwit-zetmeelwaarde verhouding heeft welke niet noodzakelijk is voor het vee. De hoeveelheid eiwitvrije zetmeelwaarde is in deze periode in het minimum, zodat de berekening hierop gebaseerd moet zijn of op de prijs van eiwitarm krachtvoer. Bij maaiproeven moet dan nog wel in aanmerking genomen worden, dat het nuttig rendement bij beweiding veelal niet hoger is dan 70 % . Bij het oogsten van gras van 4 à 5 weken oud kan men dan als netto zetmeelwaarde 40 kg per 100 kg droge stof aannemen. Als we de waarde per kg zetmeelwaarde in krachtvoer onder de huidige omstandigheden op 40 ct aannemen, dan wordt de waarde van 100 kg droge stof met netto 40 kg zetmeelwaarde in de extra hoeveelheid gras 40 x 0.40=f 16.

Een opbrengstverhoging van 2 ton per ha zou dan met f 320 per ha gelijkstaan.

Men kan deze opbrengstverhoging ook uit de extra melkopbrengst berekenen, waarbij dan kan worden aangenomen dat per netto kg zetmeelwaarde 4 kg melk extra wordt verkregen, dus per 100 kg droge stof 40 x 4 = 160 kg melk of een waarde van rond f 25.- Dit zou per 2000 kg per ha opbrengstverhoging een waarde van f 500.- betekenen.

b. Als ander uiterste kan worden aangenomen, dat al het extra gras tot wintervoer moet worden verwerkt. Van der Molen berekende op grond van de gegevens van LEI-bedrijven dat bij een totale kostprijs van f 57.50 per 1000 kg hooi de kosten van winnen en oogsten f 21.50 bedroegen, zodat de netto waarde op stam f 36.- per 1000 kg bedroeg. Bij een zetmeelwaarde van 36 geeft dit een waarde per kg zetmeelwaarde van 10 ct. Bij kuilgras en gedroogd gras komen we tot een overeenkomstige waarde. Bij gedroogd gras hebben we echter aanmerkelijk kleinere verliezen, zodat hier

meer van de extra geproduceerde hoeveelheid voeder overblijft. Als we aannemen, dat er 2000 kg droge stof met bruto 1200 kg zetmeelwaarde extra wordt geproduceerd, dan zal hier bij hooiwinning of inkuilen ongeveer 700-1000 kg zetmeelwaarde overblijven en bij grasdrogen 1100 kg. De opbrengstverhoging zou in geld uitgedrukt dan f 70 - f 110.- per ha waard zijn.

c. Als derde berekening wil ik het tussen beide uitersten liggende geval beschouwen, namelijk dat men eventueel in staat is om de melkproductie op peil te houden met behulp van bijvoeren van hooi, kuilgras of ander ruwvoer. Hier moeten we de totale kostprijs van dat ruwvoer in rekening brengen plus de kosten van de werkzaamheden, die dat bijvoeren meebrengt. Als we op 20 ct per kg zetmeelwaarde of f 62.- per 1000 kg hooi van gemiddelde kwaliteit stellen, dan lijkt dit voor de huidige omstandigheden een bruikbare benadering. Een opbrengst van 200 kg droge stof met netto 40 kg zetmeelwaarde heeft dan dus een vervangingswaarde van f 8.- en een totale opbrengstverhoging van 2000 kg droge stof ter waarde van f 160.-

In de practijk zal het nu sterk van de omstandigheden afhangen, welke waardeberekening het meest de werkelijkheid benadert. Als men het land onder water kan laten zetten voor een vast bedrag per keer, dan zal men in droogteperioden zoals in 1947 en 1949 de berekening voor een gedeelte volgens a. kunnen toepassen of bij voldoende ruwvoer de berekening volgens c, hoewel het zeer de vraag is, of men met het bijvoeren van ruwvoeder de melkgift volledig op peil kan houden. Deze bevloeiing kostte deze zomer op verschillende plaatsen ongeveer f 25.- per ha per keer, zodat ook volgens de ongunstigste berekening een opbrengstverhoging van 330 kg droge stof per ha reeds voldoende was om deze bevloeiing rendabel te maken. Aangezien in dergelijke droogteperioden 1000 kg droge stof extra per maand geen uitzondering is, kan een dergelijke bevloeiing bij een goede benutting van het gras zeker rendabel worden geacht.

Gaat men daarentegen over tot het aanschaffen van een besproeiingsinstallatie of wordt een infiltratiesysteem aangelegd, dan moet de rentabiliteit anders worden bezien. We mogen aannemen, dat de veestapel dan aan de verbeterde grasgroei wordt aangepast, zodat het extra gras niet alleen als productievoer wordt gebruikt, maar ook als onderhoudsvoer. Van voor droogte gevoelige bedrijven mag echter wel worden aangenomen, dat de melkproductie per koe in de zomer en nazomer ook stijgt. Gedeeltelijk kan de waarde dan gelijk gesteld worden met de netto waarde van het andere weidegras en met een netto waarde van gras, dat voor wintervoer wordt bestemd. De waarde van weidegras kan onder de huidige omstandigheden volgens gegevens van het LEI op 11 ct per kg zetmeelwaarde worden aangenomen. Gedeeltelijk kan de waarde worden gesteld op de melkwaarde, dus per kg zetmeelwaarde op 4 kg melk, dus 64 ct per kg zetmeelwaarde bij een melkprijs van 16 ct. Het lijkt ons niet gewaagd om voor droogtegevoelige bedrijven aan te nemen, dat de melkproductie per koe met 200 kg per zomerhalfjaar toeneemt, als de grasgroei minder afhankelijk wordt gemaakt van de regenval. Temeer waar Post bij de bestudering van de melkaanvoer per koe in verschillende gebieden cijfers vindt, waarin wel verschillen van 380 kg tussen droge en natte jaren berekend kunnen worden. Voor 200 kg melk is 50 kg zetmeelwaarde extra nodig, dus bij een bezetting van één koe per ha ook 50 kg zetmeelwaarde per ha.

Bij een opbrengstverhoging van 2000 kg droge stof per ha met netto 800 kg zetmeelwaarde wordt de waarde berekening nu als volgt:

50 kg z.w. à f 0.64	=	f 32.-
750 kg z.w. à f 0.11	=	f 82.50
Totaal		f 114.50

Deze berekening is nog aan de lage kant voor de huidige omstandigheden. Onzerzijds moeten we er bij kapitaalsinvesteringen rekening mee houden, dat de prijzen in de komende jaren ook nog wel eens kunnen gaan dalen, zodat een zekere veiligheidsmarge gewenst is. In verband hiermede zal bij investeringen, die een lange levensduur hebben, b.v. een buizeninfiltratie- of een sproeiinstallatie, toch bij voorkeur met een vrij korte afschrijvingstermijn rekening moeten worden gehouden.

Het is niet de bedoeling om hier berekeningen op te zetten betreffende de kosten van een infiltratie-aanleg of van een sproeiinstallatie. Deze kosten hangen in sterke mate af van de omstandigheden op de bedrijven. Het trekken van molgangen, die zowel voor waterafvoer in de winter als voor infiltratie kunnen dienst doen, kost gewoonlijk niet meer dan f 20.- à f 25.- per ha, terwijl er dan geen greppelonderhoud meer nodig is en op kleigrond de buizen meer jaren goed kunnen blijven. De kosten voor het opzetten van het water verschillen echter aanzienlijk; moet er een aparte bemaling voor worden gesticht, dan zijn de aanschaffingskosten reeds spoedig vrij belangrijk. De jaarlijkse onkosten zijn gewoonlijk echter niet hoog. In totaal met rente en afschrijving mede zullen de kosten veelal niet meer dan f 50.- per ha per jaar bedragen. Bij buizeninfiltratie worden de kosten hoger, omdat de aanleg van een buizenstelsel momenteel duur is; deze kosten zijn sterk afhankelijk van de afstand tussen de buizen.

De kosten van onder water zetten zijn gemakkelijk te schatten. Per keer bevloeien rekende men deze zomer prijzen van f 10.- tot f 30.- per ha, afhankelijk van ligging en slootwaterstand. In vele zomers zal eenmaal onder water zetten voldoende zijn, bij voor droogte zeer gevoelige gronden en sterke droogte zal 2 of 3 maal bevloeien in aanmerking komen. De kosten zouden tussen f 30.- en f 90.- per ha liggen, zodat in vele gevallen op gemiddelde jaarlijkse onkosten van f 40.- tot f 60.- zal moeten worden gerekend. Zoals reeds is opgemerkt, bestaat in vele gevallen het bezwaar, dat door het bevloeien de structuur van de grond en de grasmat achteruitgaan.

Het sproeien is aanmerkelijk duurder. Bij aanschaffing van een motorpomp met sproeiinstallatie en een buizenleiding komt men op een investering van rond f 600.- per ha, zodat rente en afschrijving reeds ruim f 50.- per ha per jaar bedragen. Als men gebruik kan maken van een trekker en geen buizenstelsel nodig heeft, zijn de bedragen echter lager. De directe kosten van arbeidsloon, brandstof voor de motor, onderhoud e.d. kunnen gemiddeld ongeveer op f 60.- worden aangenomen. In een droog jaar zijn deze kosten natuurlijk hoger dan in een nat jaar. In totaal zouden dus de jaarlijkse kosten de f 100.- per ha nog wel te boven kunnen gaan. Als voorbeeld geven wij hier berekeningen betreffende de bedrijfsproef te Maarssen. Op dit bedrijf van 18.65 ha grasland werd een proef genomen met een installatie van f 12000.- (60 m^3 water per uur, electromotor van 30 pk). Het Landbouweconomisch Instituut berekende aan de hand van opgaven over weidedagen, melkgiften, veegewichten, hooi- en kuilvoorraden enz., de sproeikosten per ha en de kosten van een kg. zetmeelwaarde. Deze gegevens zijn hieronder weergegeven. Hoewel de installatie ter wille van een vergelijking steeds het halve bedrijf besproeide, werden de waarden berekend voor besproeien van het hele bedrijf, waarvoor n.l. de installatie geschikt was.

	1946	1947
sproeikosten per ha	f 129.-	f 150.-
kosten van het geproduceerde per kg zetmeelwaarde		
bij sproeien	13.9 ct	12.8 ct
bij niet sproeien	11.4 ct	12.4 ct
Opbrengstverhoging per ha in kg zetmeelwaarde	891	1171
in %	27	35

We zien hier dus een belangrijke opbrengstverhoging, maar de kosten van het gras zijn bij sproeien iets hoger dan zonder sproeien. Wegens de opzet van de proef heeft men echter geen rekening kunnen houden met de lagere melkgift, welke per koe optreedt in een droog jaar.

Bij al deze berekeningen is aangenomen, dat voldoende water aanwezig is.

Wij berekenden hierboven op een voor droogte-gevoelig bedrijf een netto voordeel van gemiddeld f 125.- per ha, bij een normale bedrijfsviering. Infiltratie en bevloeiing zullen dan ook in het algemeen rendabel zijn te achten. Bij besproeien is de winst niet zo groot, zodat het hier vrij sterk van de omstandigheden zal afhangen, of het rendabel is.

III HET BEREKENEN VAN EEN SPROEIINSTALLATIE

Watervoorzieningsmaatregelen hebben ten doel door aanvulling van de natuurlijke regenval in droge perioden de grasproductie op peil te houden. Hierdoor wordt het niet alleen mogelijk het bedrijf op een stabielere basis te brengen dan de wisselvalligheid der opeenvolgende zomers doorgaans toelaat, maar bovendien kan hierbij in vele gevallen het productieniveau verhoogd worden. Onder deze gereguleerde regenval is, zoals uit het voorafgaande bleek bij daarin aangenomen prijsverhoudingen het aanschaffen van een sproeiinstallatie op voor droogte gevoelig grasland rendabel te achten. In het volgende zullen richtlijnen worden gegeven voor de aanschaffing van zo'n installatie. Het spreekt vanzelf, dat alleen dan tot deze dure wijze van watertoediening zal worden besloten, wanneer vast staat, dat de goedkopere manieren, die hiervoor zijn besproken, om welke reden ook, niet in aanmerking komen.

De waterdosering

Het water dat men sproeit, komt voor een deel niet aan de grond ten goede. In het algemeen zal men trachten de verliezen zoveel mogelijk te beperken. Geeft men een te fijn regentje, dan loopt men kans, dat er water door de wind wordt meegenomen, terwijl bovendien meer als damp verloren gaat, dan wanneer het water in grotere druppels valt. Dient men het water in vele porties toe, dan gaat even zoveel malen al het water, dat aan het gewas blijft hangen, weer de lucht in, terwijl dit bij één grote portie slechts eenmaal gebeurt.

Tenslotte is het sproeien tijdens de nacht-, ochtend- en avonduren water sparend.

Omtrent de fractie van het verloren gaande water zijn weinig of geen betrouwbare cijfers voorhanden voor een klimaat als het onze. Er is alle reden om dit verlies bij verantwoord sproeiente schatten in de orde van 5-10 %. Naast een verlies naar de atmosfeer is er een verlies omlaag. Sproeit men een te groot aantal mm per uur of te lang achtereen, dan loopt men

gevaar, dat het water naar de greppels en sloten vloeit. Zeer dichte kleigronden nemen niet meer dan 3-6 mm water per uur op (Wood, 1949). Waar een zode aanwezig is, neemt een lichte kleigrond in een droge periode in 1.5 uur 50 à 110 mm sproeiwater op (Dully en Domingo, 1949). Wij mogen dus van een hoeveelheid van 20 mm ineens (d.i. in 2 à 3 uur tijds) wel aannemen, dat die door verreweg de meeste gronden zal worden opgenomen.

Het geven van vele kleine sproeibeurten in een seizoen geeft, behalve een groter waterverlies naar de atmosfeer, meer werk met het verleggen van buizen; minder vaak sproeien is daarom te verkiezen. Men kan echter geen te grote giften sproeien - al zou de grond ze opnemen -, omdat hiervoór òf een zwaardere installatie nodig is, òf dat het gewas te lang moet wachten, voor het weer een beurt krijgt, waardoor het in groei zou achterblijven. Ook is het niet rationeel veel water ineens in de grond te stoppen, omdat komende regenval dit misschien volledig overbodig zal maken. Bovendien bestaat de kans, dat bij te grote tussenpozen de grond bij droogte, vooral wanneer het gras kort is, gaat scheuren, zodat bij de eerstvolgende sproeibeurt of bij regen een belangrijk deel van het water in scheuren wegzakt, eventueel naar weinig of niet bewortelde bodemlagen. Wij menen, dat een week een gunstige tijdseenheid is om het sproeirooster op te baseren.

De hoeveelheid sproeiwater

Wanneer men het volle profijt van zijn installatie wil hebben, moet men in staat zijn in zeer droge jaren oogstderving geheel te vermijden, omdat een tekort aan gras steeds door aankoop van voer moet worden aangevuld, dat dan in prijs is gestegen. Uit sproeiproefvelden van het CILO is gebleken, dat in het droge seizoen van 1947 de grasopbrengst niet belangrijk meer toenam bij meer dan 25 keer sproeien met een gift van 6.5 mm, d.i. ruim 160 mm. Omdat 's ochtends en 's avonds werd gesproeid zullen de verdampingsverliezen niet groot geweest zijn.

Wij kunnen ook onze totale watergift op de gedachte baseren, dat wij ontbrekende regen moeten vervangen. Nu kunnen wij uitrekenen voor het seizoen, dat doorgaans alleen voor sproeien in aanmerking komt, t.w. de periode van half Mei tot begin September, hoeveel regen in de droge zomer van 1947 minder viel dan in de behoorlijk vochtige zomer van 1948. Dit was in De Bilt 320-170 = 150 mm. Wij kiezen deze twee jaren omdat in 1947 een zeer grote opbrengstdepressie in de grasproductie optrad, terwijl in 1948 hoge opbrengsten werden verkregen en met sproeien niet veel méér de verkrijgen was.

Wij zullen dus niet ver mis zijn, wanneer wij per seizoen 150 mm geven en daar 20 mm aan toevoegen voor verdampingsverliezen, een hoeveelheid die goed met de bovengenoemde overeenstemt. Deze hoeveelheid van 170 mm moet verdeeld worden over de droge perioden. Gaat men voor de sproeiproef in 1947 na, hoeveel weken tussen half Mei en begin September werd gesproeid, dan waren dit voor het proefveld met de hoogste opbrengst ongeveer 9 weken. Wij kunnen dus onze wekelijkse watergift op 170 : 9 = 19 mm stellen en ronden dit bedrag af op 20 mm per wekelijkse beurt. Hoe diep dringt nu deze hoeveelheid water in de grond door? Nemen wij aan, dat water gegeven wordt, wanneer de planten niets meer aan de grond kunnen onttrekken, dan zal het volgens grafieken van het Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut te Groningen ') ca 10 tot 20 volumeprocenten van de grond kunnen vullen.

') Voor beschikbaarstelling van enige grafieken zijn wij Dr Peerlkamp erkentelijk.

Dat betekent, dat 20 mm 10 tot 20 cm diep in de grond doordringt. Is de grond nog niet door de planten van al het verkrijgbare water ontdaan, dan dringt het water naar evenredigheid dieper door. Deze gift is dus toelaatbaar, omdat zij niet buiten het bereik van de wortels komt.

Uit andere proeven van het CILO bleek, dat het gemiddelde waterverbruik van grasland in Juni en Juli van 1949 ca 3.8 mm per etmaal bedroeg. Neemt men deze hoeveelheid als maat voor de besproeiing dan zou men per week rond 27 mm water netto (dus alleen voor het gewas) moeten geven. Hierbij wordt echter aangenomen, dat al het water dat de plant in droge perioden verbruikt door ons gegeven moet worden en dat aan de bodemreserve niets wordt ontnomen. Het lijkt ons niet juist het sproeien op deze grondslag toe te passen, d.w.z. zo lang met sproeien te wachten, dat de bodemvoorraad uitgeput is en daarna al het vereiste water toe te dienen. Juister lijkt ons zo vroeg mogelijk met sproeien te beginnen, d.i. wanneer de grasgroei afneemt. Wij gebruiken dan de overgebleven bodemvoorraad als noodprovisie, die wekelijks door ons wordt aangevuld. Wij kunnen dan zeker met een dosis van 20 mm volstaan.

Hoeveel werkuren?

Zoals wij dadelijk zullen zien, is het voor het berekenen van de capaciteit van de pomp nodig te weten, hoeveel uren per sproeibeurt gesproeid en gewerkt kan worden. De buizen, die bij sproeiinstallaties worden gebruikt zijn van lichtmetaal (brandslangen zijn moeilijk te verleggen en te onderhouden, dus sterk te ontraden). Zulke buizen zijn in de regel 6 meter lang en wegen bij de meest voorkomende wijdte slechts ca 20 kg. Ze kunnen dus gemakkelijk door een flinke jongen gedragen worden, zodat het sproeien niet door een volslagen werkkracht hoeft te worden uitgevoerd. Het sproeien is in de regel een werkzaamheid, waarbij vrij korte perioden van ca 1/2 uur, waarin de buizen worden verlegd en eventueel de pomp wordt verreden, afwisselen met vrij lange perioden van 1 - 2 1/2 uur, waarin niets meer te doen is. Heeft men twee sproeiers draaien op verschillende ver van elkaar gelegen plaatsen, dan blijft minder van de wachttijd over. Men kan overwegen de wachttijd zo lang mogelijk te kiezen om de arbeidskracht nog elders te gebruiken, of door meer sproeiers te nemen één werkman steeds met het sproeien bezig te houden. Kiest men een lange sproeitijd (maximaal ca 3 1/2 uur bij 20 mm water), dan kan men met een pomp van geringere capaciteit en opvoerhoogte volstaan, neemt men meer sproeiers, dan geldt hetzelfde.

Grotere en sterkere pompen brengen gewoonlijk het water sneller op het land (20 mm in maximaal ca 1 1/2 uur) en nopen dus tot een onvoordelig gebruik van de arbeidskracht, terwijl de aanschaffing kostbaarder is.

In verband met een tekort aan arbeidskrachten en met het bedrijfstype kan men verder overwegen of gezocht zal worden naar een installatie, die het hele te besproeien oppervlak in slechts enkele dagen kan afwerken zodat de sproeikracht de rest van de week ander werk kan blijven verrichten. Men zal echter uit het volgende zien, dat de wetmatigheden, die bestaan tussen de capaciteit van de pomp, de opvoerhoogte en de vereiste druppelgrootte ons de duur van de sproeitijd voorschrijft, zodat niet steeds aan alle wensen voldaan zal kunnen worden. In de regel zullen wel hoofdzakelijk de daguren aan sproeien worden besteed. Verbrandingsschade hoeft men daarbij niet te vrezen; ons zijn daarvan op grasland geen gevallen bekend. De nachturen zijn echter het voordeligst, zowel wat betreft het

waterverbruik (lage temperatuur, vaak geen wind, vochtige lucht) als wat de kosten aangaat, wanneer men bij electrisch sproeien van het nachttarief gebruik kan maken. Wellicht zal bij nachtwerk een aflosser echter niet gemist kunnen worden, terwijl men bovendien kunstlicht nodig zal hebben.

Berekening van de capaciteit van de pomp

Wanneer men een oppervlakte van 5 ha wil besproeien met een hoeveelheid van 20 mm per week (1 mm = 1 l water per m^2) dan heeft men 20 x 50000 l per week nodig, d.i. 1000 m^3 per week. Sproeit men 50 uren netto (men moet hier 10-15 % tijd bij rekenen voor het werk buiten de sproeitijd), dan moet de pomp per uur $\frac{1000}{50}$ m^3 = 20 m^3 kunnen leveren. Wij kunnen dus voor het berekenen van de capaciteit gebruik maken van de formule:

$C = \frac{20 \times 10 \times A}{U} = \frac{200\ A}{U}$ m^3 per uur, waarin

C voorstelt de capaciteit in m^3 per uur,
A het oppervlak van het te besproeien land in ha en
U het beschikbare aantal netto sproeiuren per beurt.

De mondopening van de sproeier

Voor het besproeien van grasland, in het algemeen voor het besproeien van aanzienlijke oppervlakken, komen vooral de roterende straalpijpen in aanmerking. Ze werken als een brandspuit en worden door een of ander mechanisme, dat van de waterdruk profiteert, langzaam rond bewogen. De vorm van de straalbuis, de gladheid van de binnenwand en de vorm van de mondrand zijn zo, dat het water met grote snelheid en met zo min mogelijk werveling de buis verlaat. Hoe langer het doorschijnende deel van de straal, hoe beter is zijn waterverdeling en hoe groter de reikafstand. De wijdte van de opening bepaalt bij een bepaalde waterdruk (opvoerhoogte) ten eerste de hoeveelheid water die wordt uitgeworpen per tijdseenheid, ten tweede de snelheid, waarmee het water door de mond geperst wordt, ten derde de grootste afstand, waarop het water terecht komt en tenslotte de gemiddelde grootte van de druppels. Hoe sneller het water de mond verlaat, hoe kleiner de druppels zijn. Door een geschikte keuze van de monddiameter en de waterdruk aan de mond, hebben wij het in onze hand de sproeiinstallatie af te stellen op de eisen betreffende de druppelgrootte en de hoeveelheid water, die geleverd moet worden om ons land van voldoende water te voorzien.

De snelheid van het water wordt beinvloed door de opvoerhoogte, d.i. de kracht waarmee het water wordt uitgeworpen.

Uit grafiek 1'), waaraan de besproken welmatigheden ten grondslag liggen, kan men nu voor de meest geschikte druppelgrootte aflezen welke mondopening men moet kiezen bij de capaciteit, die men heeft berekend (zie blz. 10). Voor grasland kan men met vrij grove druppels volstaan. Bij het aflezen gaat men als volgt te werk. Wanneer men een capaciteit van 20 m^3 per uur nodig heeft, zoekt men dit bedrag op de horizontale as op, gaat omhoog en vindt op de lijn voor de geschikte druppelgrootte een snijpunt, dat in de buurt van een diameter van 17 mm ligt. Omdat geen tussenliggende mondwijdten verkrijgbaar zijn, kiest men de naastbijliggende diameter. Het snijpunt van de lijn van 20 m^3 per uur met die van 17 mm geeft op de verticale as een bijbehorende opvoerhoogte van 34 m. Wij krijgen voor deze combinatie een wat fijnere druppel dan wij wensten. Door de opvoerhoogte voor Ø 17 mm te verminderen tot 31 m bereikte men

') De drie grafieken zijn enigszins vereenvoudigd, ontleend aan H. Perrot, Die Planung von Beregnungsanlagen (Calw. z.j.)

weliswaar de gewenste druppelgrootte, maar men is nu niet meer in staat de vereiste hoeveelheid water te sproeien, doordat de bijbehorende capaciteit is teruggelopen tot 18 m^3 per uur. Had men daarentegen een wijder mondstuk genomen, Ø 18 mm, dan had men bij een capaciteit van 20 m^3 per uur een te grote druppel gekregen bij een opvoerhoogte van 26.5 m. Om de gunstige druppelgrootte te behouden, had men bij Ø 18 mm een opvoerhoogte moeten nemen van 32.5 m, waarbij echter 22 m^3 per uur geleverd wordt. Wil men dus zijn capaciteit handhaven, dan moet men bij de nauwere mond een grotere opvoerhoogte, dus een sterkere motor aanvaarden, of bij een wijdere mond een grotere druppel voor lief nemen.

Heeft men in ons voorbeeld besloten tot de nauwere mond, dan is de vereiste waterdruk of opvoerhoogte 34 m.

Het is gebleken, dat het niet gewenst is met zeer grote sproeiers te werken, omdat, naarmate de sproeicirkel groter is, de vereiste druk onevenredig toeneemt, zodat per m^2 besproeid oppervlak te veel energie nodig is. Men laat daarom boven een capaciteit van 35 m^3 per uur liever twee of drie sproeiers draaien. Het spreekt vanzelf, dat nu elke sproeier slechts de helft of een derde deel van het water op het land brengt. Voor de berekening van de mondwijdte, de monddruk en de daaruit voortvloeiende sproeiafstand en sproeiduur moet daarom deze gedeeltelijke capaciteit als uitgangspunt worden genomen .

De straal van de sproeicirkel

Bij de gebruikelijke straalpijpsproeiers is de helling met het horizontale vlak ongeveer 30°, dit is de meest voordelige stand.

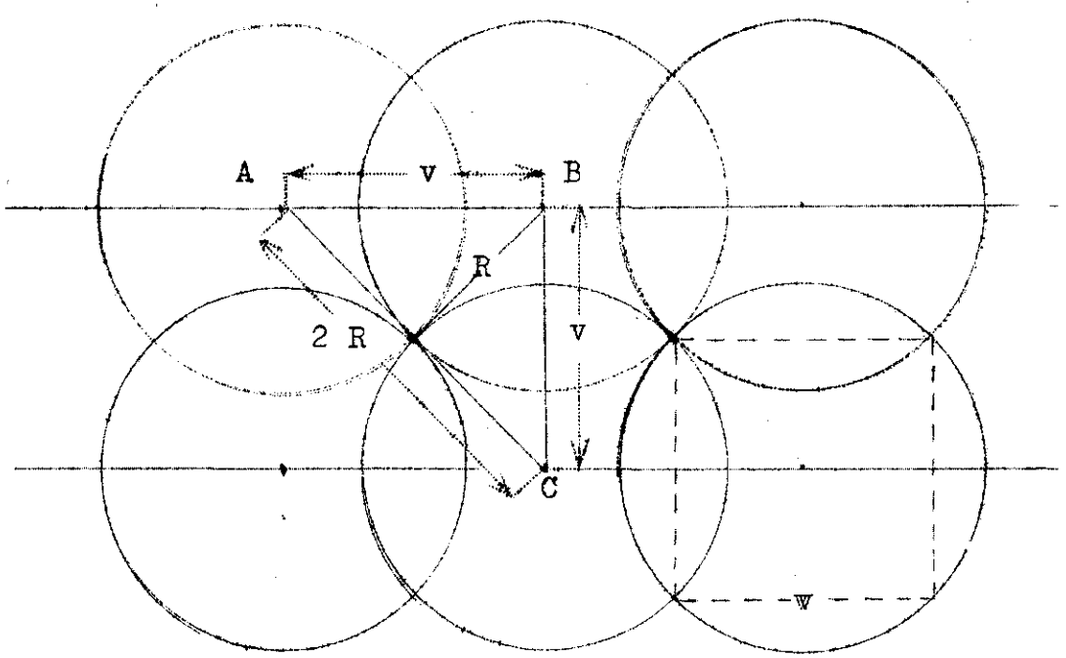
Door de hierboven gevonden druk aan het mondstuk is tevens de reikafstand van de waterstraal bepaald. Deze is bij het roteren van de sproeier tengevolge van de weerstand van de lucht wat korter dan bij stilstaand. De"nuttige" reikafstand, de feitelijke straal van het besproeide cirkeloppervlak kan op 80% van de straal bij stilstaande sproeier gerekend worden. In grafiek 2 vindt men deze feitelijke, nuttige straal R door de gevonden waterdruk op de horizontale as af te lezen en omhoog te gaan tot het snijpunt met de lijn voor de gekozen mondwijdte. Van hier vindt men horizontaal gaande een nuttige straal van 31 m.

Dat op de over elkaar heen grijpende cirkelsegmenten meer water valt dan in de cirkelcentra is geen groot bezwaar, omdat langs de randen van de cirkels in de regel de neerslag minder dicht is. Bovendien is er meestal wind, die de cirkels steeds vervormt en verschillen nivelleert.

Door de sproeiers anders te plaatsen (in driehoeksverband of in reeksen van sectoren) kan men de overdekkingen sterk beperken. Hierdoor wordt echter het verleggen van de buizen ingewikkelder, terwijl bij de sectorreeksen ook vaker verzetten nodig is.

De verzetafstand

Om met een rond sproeiend apparaat een land zonder hiaten gelijkmatig van water te voorzien, moet men de cirkels met de randen over elkaar heen leggen. De punten, waarop men de sproeier plaatst, kiest men zo, dat de cirkels elkaar volgens de figuur overdekken



Men ziet, dat de afstand AC = 2 R. De sproeipunten liggen in een vierkantsverband. Hieruit volgt, dat de afstand, waarover men de sproeier moet verzetten in beide richtingen loodrecht op elkaar gelijk is aan $R\sqrt{2}$ meter. De gevonden waarde van R moet dus met 1.41 worden vermenigvuldigd. In ons geval is de uitkomst rond 44 m. Omdat de buizenlengte 6 m is, moet de verzetsafstand 42 m worden, d.i. 7 buislengten.

Hoe lang moet de sproeier draaien?

Wij hebben de verzetsafstand nodig om te kunnen berekenen, hoeveel minuten de sproeier op de verschillende standplaatsen moet draaien. Wanneer het hele land met elkaar overdekkende cirkels een beurt heeft gehad, dan is het voor de grond hetzelfde, als wanneer deze in vierkanten werd besproeid; het aantal sproeipunten is in beide gevallen gelijk. Per uur wordt in ons voorbeeld 20000 l gegeven, zodat nu per m^2 van elk vierkant gemiddeld $20000 : 42^2 = 10.2$ l per m^2 of mm neerslag per uur valt. Om 20 mm te krijgen moet men dus $\frac{20}{10.2}$ uur $= \frac{20 \times 60}{10.2}$ minuten = 106 min. sproeien. Algemeen geformuleerd is de sproeiduur D nu:

$$D = \frac{20 \times 60 \times v^2}{C \times 1000} = \frac{1.2\ v^2}{C}$$ min., waarin v de verzetsafstand in meters op veelvouden van de buislengte (meestal 6 m) afgerond en C de capaciteit in m^3 per uur voorstelt.

De buizen en het drukverlies

Bij het bepalen van de afmeting van de buizen is men terwille van de kosten geneigd, ze zo nauw mogelijk te kiezen. Door een nauwe leiding echter gaat het water met grote snelheid en ondervindt daarbij langs de wand aanzienlijke wrijving. Deze wrijving is nu evenredig met het kwadraat van de snelheid van het water en bovendien omgekeerd evenredig met de omtrek, dus met de diameter [1]. Hoe nauwer de buis, hoe meer van het er door stromende water tegen de wand wordt geremd. Omdat de snelheid zelf omgekeerd evenredig is met het oppervlak van de doorsnede (dus met het kwadraat van de diameter 2)) is de weerstand omgekeerd evenredig met de vijfde macht van de inwendige diameter 3). Het zal dus duidelijk zijn, dat het zaak is de buizen zo wijd mogelijk te nemen. De kosten en het gewicht van de buizen stellen echter grenzen. Als regel kan men aanhouden, dat watersnelheden van meer dan 2.5 m per seconde onvoordelig zijn.

Het verlies aan opvoerhoogte per 100 m buislengte in m uitgedrukt kan men nu aan de hand van grafiek 3 bepalen. Op de abcis (horizontale as) leest men de capaciteit af, die door de betreffende leiding of door het leidingdeel vervoerd wordt. Verticaal omhoog gaande snijdt men verschillende krommen behorende bij bepaalde buiswijdten. Men kan nu verder voor de meest geschikte buiswijdte aflezen, met welk drukverlies dit snijpunt overeenkomt en daarbij zorgen, dat men beneden de lijn van 2.5 m per seconde blijft.

Wanneer men nu meer dan een sproeier tegelijkertijd laat draaien, heeft men een nieuwe mogelijkheid om het drukverlies in de buizen te verminderen. Men moet dan liefst vlak bij de pomp de leiding splitsen en op elke tak een sproeier aansluiten, waarmee een deel van het land wordt bediend. Elke tak vervoert dan slechts zijn aandeel van de totale capaciteit. Omdat het drukverlies evenredig is met het kwadraat van de capaciteit

[1]) $h = k_1 \frac{V^2}{d}$, waarin h het drukverlies per 100 m buis, V de snelheid van het water, d de inwendige diameter en k_1 een coefficient voorstelt.

2) $V = \frac{C}{D} = \frac{C}{1/4\ \pi\ d^2} = \frac{\pi}{4}\ \frac{C}{d^2}$, waarin C de capaciteit voorstelt en D het oppervlak der doorsnede van de buis.

3) Uit bovenstaande formules volgt bij substitutie:
$h = k_2 \frac{C^2}{d^5}$, waarin K_2 een coefficient voorstelt.

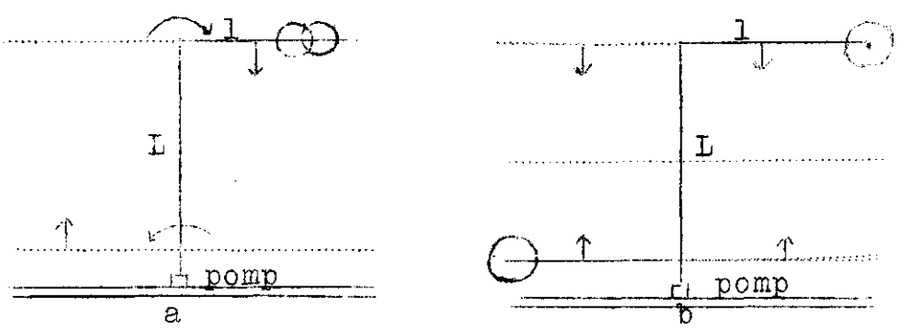
(zie de formule in noot 3) op blz.13) betekent halvering van de hoeveelheid water vermindering van het drukverlies tot 1/4. Het is hierdoor wellicht mogelijk met een nauwere buis te volstaan, die goedkoper is. Als bezwaar staat hier echter tegenover, dat men een langere leiding nodig heeft en er meer werk is verbonden aan het verleggen van de buizen, omdat dit steeds op meer dan een plaats moet gebeuren.De voor- en nadelen moeten dus voor elk geval tegen elkaar worden afgewogen.

De plattegrond

Hoeveel buizen van bepaalde wijdten men nodig heeft, hoeveel T-stukken, kraanstukken, bochten enz. en hoe groot het totale drukverlies in de leiding is, kan men het best bepalen aan de hand van een zuiver op schaal getekende plattegrond van het te besproeien land. Men handhaaft ook voor niet rechthoekige oppervlakten in de regel het vierkantsverband, omdat dit overzichtelijk is en bij het verleggen het gemakkelijkst.

Men tracht nu het net van sproeipunten zo over het land te leggen, dat de sproeiers niet dichter dan op de halve verzetsafstand van de rand komen. Soms zal men wat verder van de rand blijven en het aan de wind overlaten om hoekjes enig water te geven. Soms kan men sproeiers ook vlak bij de grens van het land plaatsen of op een hoek en daarbij gebruik maken van de inrichting, die veel sproeiers bezitten, om een sector van willekeurige grootte te besproeien. De straalpijp keert dan automatisch terug, wanneer de hoek geheel doorlopen is. Het spreekt vanzelf, dat men de sproeiduur nu overeenkomstig de grootte van de sector kan bekorten. Sproeit men over een sector van 90°, dan kan men met 1/4 van de sproeiduur volstaan.

Het eenvoudigste sproeischema heeft men, wanneer men de pomp langs de sloot kan rijden en de buis het land in legt. Is men aangewezen op een bepaalde vaste plaats voor het aanvoeren van water, dan is men, wanneer men een sproeier gebruikt, meestal beperkt in de mogelijkheden om met zomin mogelijk buis het terrein te bestrijken. Gaat men met b.v. twee sproeiers werken, dan doen zich meer mogelijkheden voor; men kan de sproeiers op verzetsafstand op dezelfde zijleiding (l) plaatsen (fig. a) of men kan ze elk op een aparte zijleiding laten draaien (fig. b)



Zoals boven reeds is besproken, is de hoeveelheid water, die door de buis gaat, bij b gehalveerd, althans in de zijleiding en in de halve tot de hele hoofdleiding (L) naar gelang van de plaats der zijleidingen. De pijltjes geven de route van het verleggen der zijleidingen aan.

Is men b.v. bij het slaan van een wel vrij in de keuze van de plaats van de pomp, dan kan men zorgen, dat met een zo kort mogelijke leiding de hele oppervlakte bediend kan worden.
In het algemeen neemt men buizen van licht metaal die van snelkoppelingen zijn voorzien.

Men kan echter soms een deel der leiding laten liggen. Dat behoeft dan niet uit licht metaal vervaardigd te zijn, maar kan uit goedkoper materiaal bestaan; op verzetsafstand moeten dan daarin T-stukken met kraan aanwezig zijn. In zo'n leiding zal het drukverlies iets groter zijn. Graaft men zo'n vaste leiding in, dan dient dit te gebeuren op een diepte van 60 cm (voor ijzer) of van 80 cm (voor eterniet) om bevriezen te voorkomen. Een gering verhangen een inrichting om op het laagste punt het water uit de leiding af te tappen zijn daarbij nodig.

De opvoerhoogte van de pomp

Om het water zelfs aan het eind van de leiding met de gewenste druppelgrootte voldoende ver te kunnen sproeien, moet de pomp het water uit sloot of wel kunnen opzuigen, de totale buisweerstand kunnen overwinnen, het water naar eventueel hogere terreindelen kunnen persen en het tenslotte met de vereiste druk kunnen uitwerpen. Wij moeten dus de totale opvoerhoogte (H) van de pomp berekenen door optelling van:
de monddruk van de sproeier (h),
het totale drukverlies in de leiding (L)
de zuighoogte (Z = afstand tussen waterniveau en pomp) en
het niveauverschil tussen de pomp en het hoogst gelegen sproeipunt (N): $H = h + L + Z + N$.

Er moet hier worden opgemerkt, dat bij gebruik van meer dan één sproeier, de monddruk slechts eenmaal mag worden geteld, terwijl bij gebruik van sproeiers op verschillende leidingen het drukverlies in de leiding wordt genomen, waarin dit het grootst is.

In de verschillende hulpstukken (T-stukken, kraanstukken, zwaanhalzen enz.) is de wrijving groter dan in een rechte buis. De grootte kan echter niet worden opgegeven, zodat men hiervoor op de gis wat opvoerhoogte in rekening moet brengen.

Voor een leiding, die uit wijdere en nauwere buizen bestaat, of uit buizen, die een verschillend quantum water vervoeren, moet het drukverlies in deze delen afzonderlijk berekend worden.

Het vermogen van de motor

Het vermogen (P) van de motor kan men berekenen aan de hand van de formule:

$$P = \frac{1.2\ CH}{270 \times 0.60}\ \text{pk}$$

H = opvoerhoogte in meters
C = capaciteit in m^3 per uur

Deze formule geldt voor centrifugaalpompen. De factor 0.60 in de noemer geeft het rendement van de motor aan, waarvoor men 0.65 mag invullen, wanneer de waarde van CH hoger is dan 3000. De factor 270 in de noemer dient ter omrekening van kgm per uur in pk. De factor 1.2 dient om 20 % reserve te hebben.

Totale aanschaffingskosten

Het is niet de opzet van deze uiteenzetting geweest om de lezer in staat te stellen een lijst op te maken van alle benodigde onderdelen en om een complete begroting te maken. Daarvoor dient men in overleg te treden met fabrikanten resp. importeurs van sproeiinstallaties, waarvan aan het slot de voornaamste genoemd worden.

Wel kan men aan de hand van het bovenstaande zich een voldoende nauwkeurig idee vormen van de capaciteit, de omvang en het motorvermogen van een installatie.

Samenvatting der bewerkingen

1. $C = \frac{200\ A}{U}$ m^3 per uur

   C capaciteit in m^3 per uur

   A te besproeien oppervlakte in ha

   U aantal draaiuren van de sproeiers per week

2. mondwijdte in mm en monddruk (h) in m bepalen uit grafiek 1

3. van de sproeicirkel de werkzame straal R (in m) bepalen uit grafiek 2

4. v = 1.41 R, verzetsafstand in m (afronden op een veelvoud van 6)

5. $D = \frac{1.2\ v^2}{C}$

   D sproeiduur in minuten

6. Sproeiplattegrond tekenen

7. Buisweerstanden bepalen uit grafiek 3 met contrôle op watersnelheid (grafiek 4)

8. H = h + L + Z + N

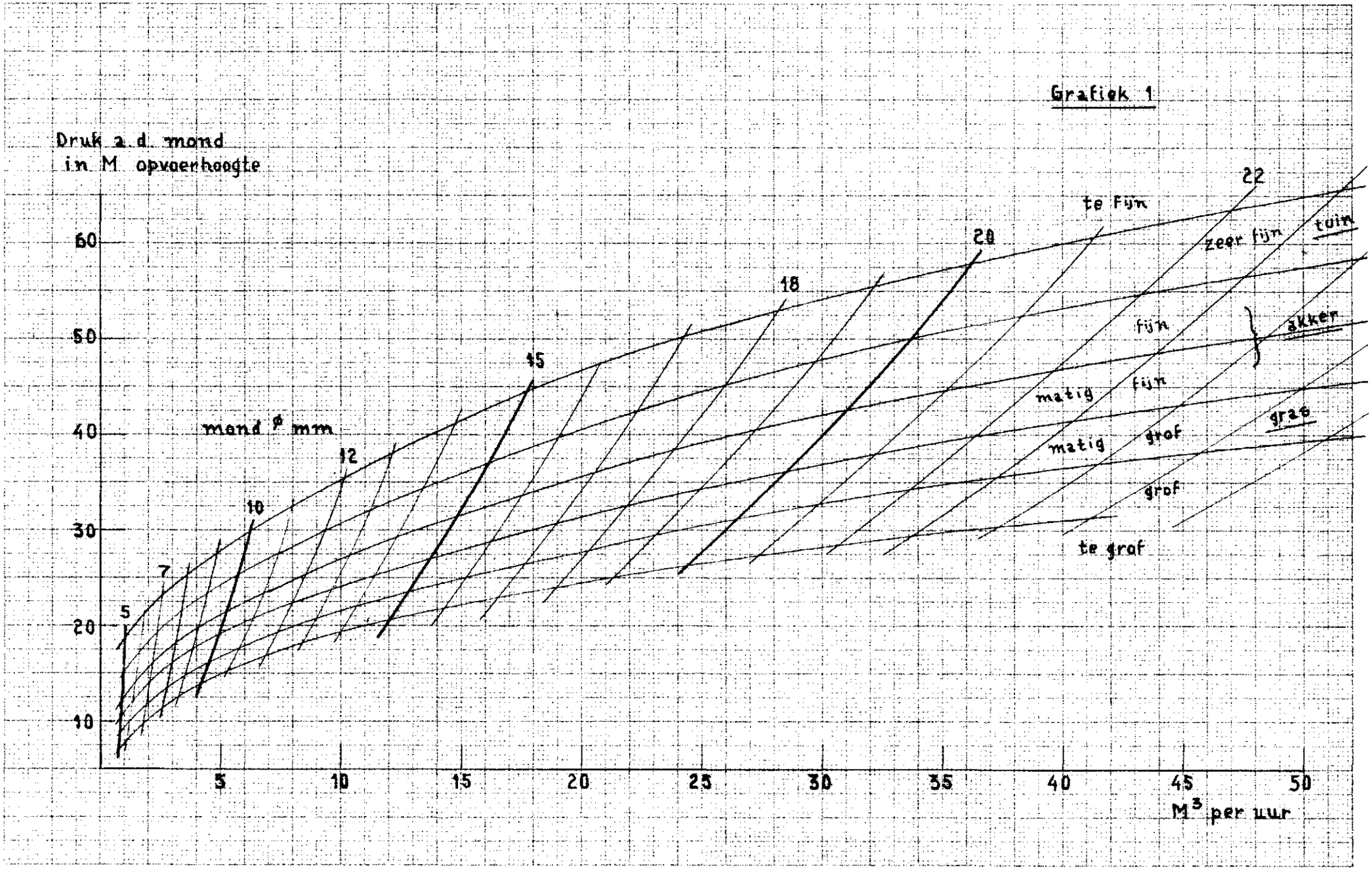
   H totale opvoerhoogte in m,
   h monddruk in m,
   L drukverlies in de leiding (in m),
   Z zuighoogte in m,
   N niveau-verschil in het terrein in m.

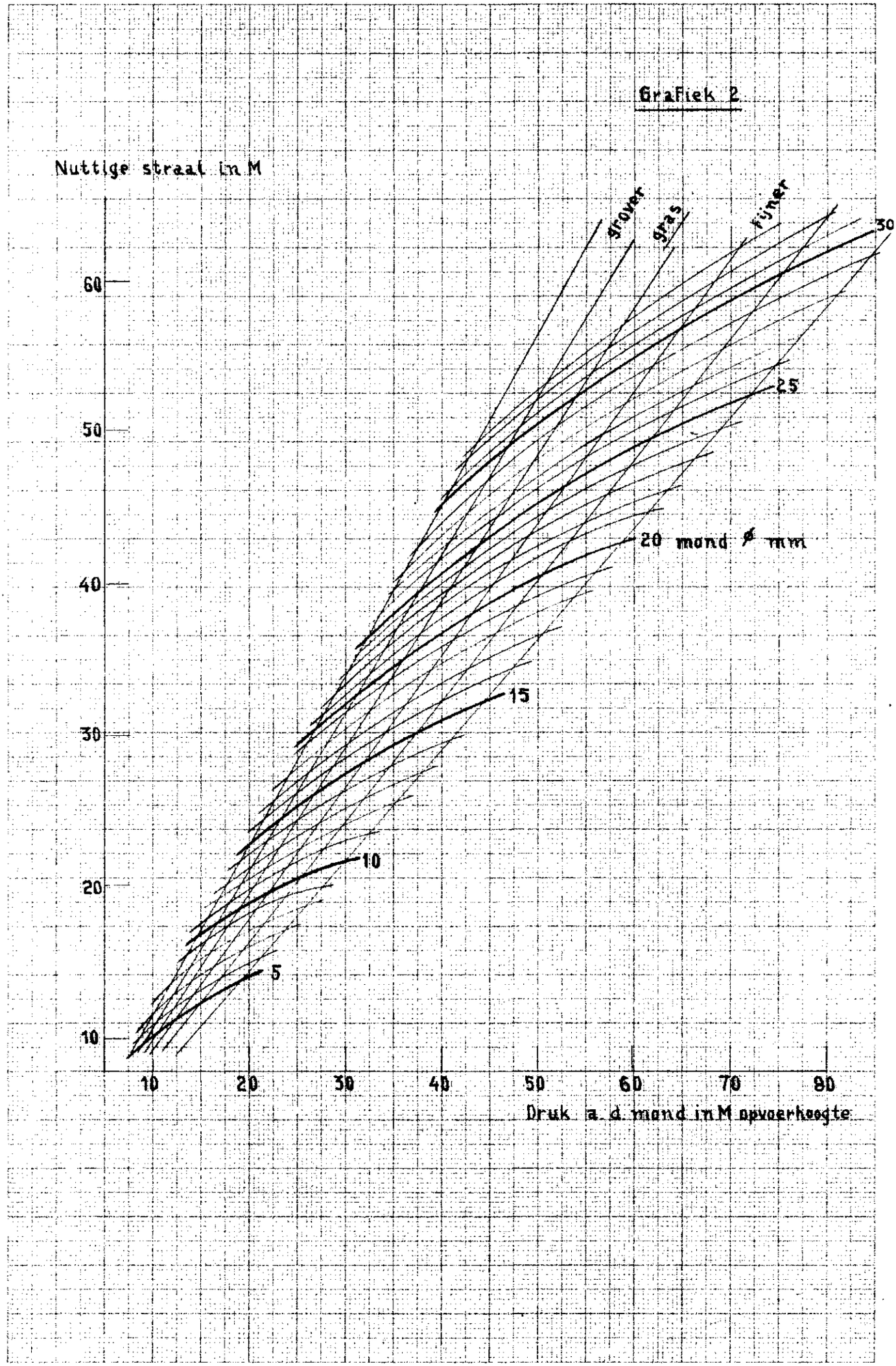
9. $P = \frac{1.2\ CH}{270 \times 0.60}$ pk

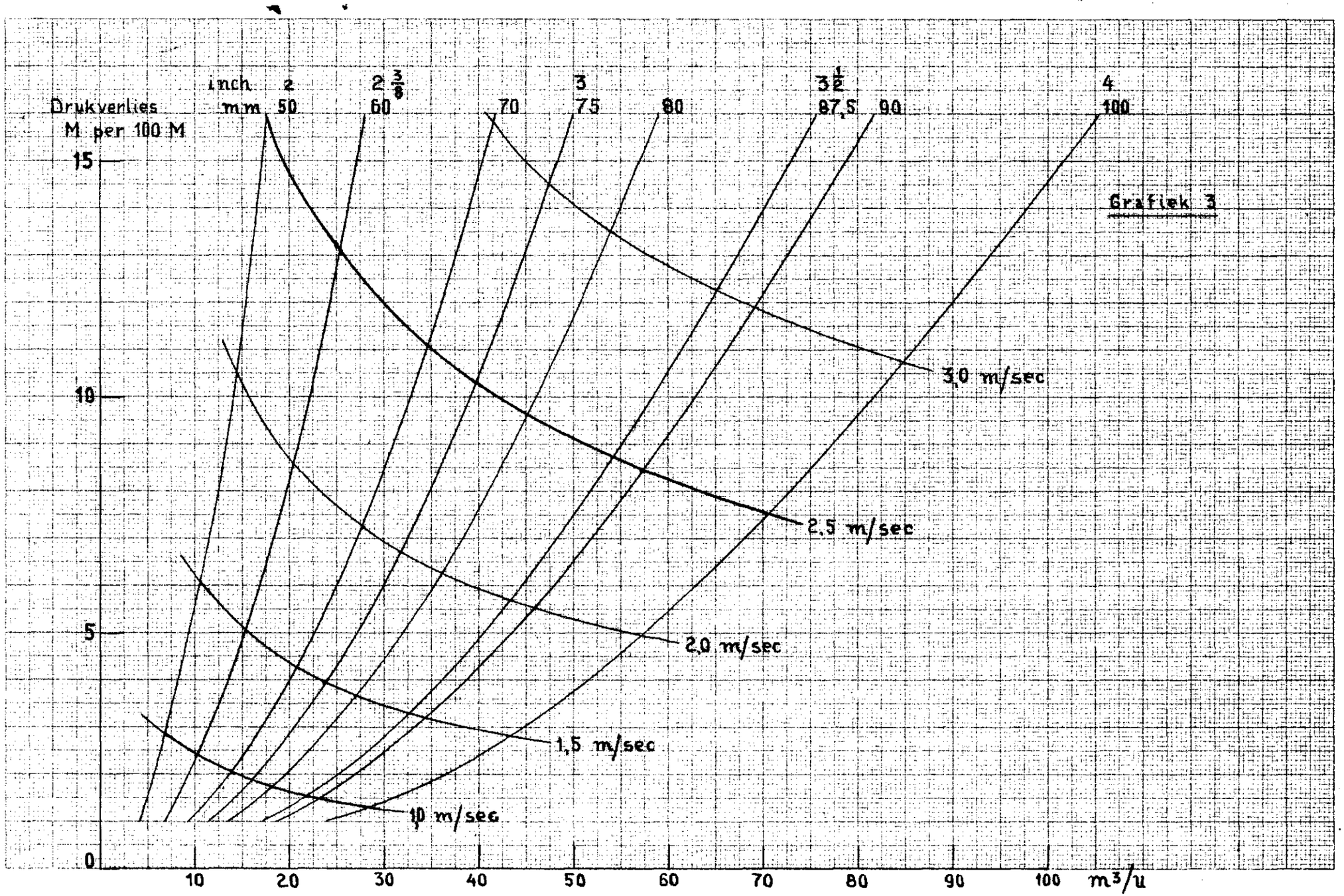
   P vermogen van de motor in pk
   (0.60 door 0.65 vervangen bij CH $>$ 3000).

Fabrikant	Importeur	tel. No.
Alvenius, Zweden	N.V. Ingenieursbureau Fr.Eriksson, Hogewal 2, Den Haag	114447
Bucher, Zwitserland	Importafd. Van Rossum, Papendrecht	K 1850-6171 6471
Perrot, Duitsland	Technisch Bureau Kobalt, O.Z. Achterburgwal 217, Amsterdam	K 2900 46266
Sigmund,Engeland	Fa J. Heijbroek, Bilthoven	K 3402-2046

No. S 621
110 ex.


Grafiek 1
Druk a.d. mond
in M opvoerhoogte
mond ø mm
5
7
10
12
15
18
20
22
te fijn
zeer fijn
tuin
fijn
akker
matig fijn
grof
matig grof
grof
te grof
60
50
40
30
20
10
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
M³ per uur


Grafiek 2
Nuttige straal in M
grover
gras
finer
30
25
20 mond ø mm
15
10
5
60
50
40
30
20
10
10
20
30
40
50
60
70
80
Druk a. d. mond in M opvoerhoogte


Grafiek 3
Drukverlies
M per 100 M
inch 2 2 3/8 3 3 1/2 4
mm 50 60 70 75 80 87,5 90 100
15
10
5
0
10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 m³/u
3,0 m/sec
2,5 m/sec
2,0 m/sec
1,5 m/sec
1,0 m/sec